

明細書

LED駆動装置及びLED駆動方法

5 技術分野

本発明は、特にR、G、Bの三原色のLED(Light Emitting Diode)を発光させてカラー表示を行うLED駆動装置及びLED駆動方法に関する。

背景技術

10 従来、R(赤)、G(緑)、B(青)の三原色のLEDを用いた液晶表示装置として、例えば特開2000-241811号公報に記載されているようなフィールドシーケンシャル方式(以下、これをFS方式と呼ぶ)の液晶表示装置が実現されている。FS方式の液晶表示装置は、液晶シャッターの背面に三色のLEDを設け、各色LEDを高速で順次点灯させると共にこれに同期する
15 ように各画素位置の液晶シャッターを開閉させることにより、各画素位置で所望の色を表示できるようになっている。

例えれば赤色を表示する場合には、赤色LEDが発光している期間に液晶シャッターを開動作させ、続いて緑色LEDが発光している期間及び青色LEDが発光している期間には液晶シャッターを閉動作させる。緑色及び青色を表示する場合も同様であり、その色のLEDが発光している期間のみ液晶シャッターを開動作させ、他のLEDが発光している期間は液晶シャッターを閉動作させる。

また赤色及び緑色LEDが発光している期間に液晶シャッターを開動作すればY(イエロー)を表示でき、赤色及び青色LEDが発光している期間に液晶シャッターを開動作すればM(マゼンタ)を表示でき、緑色及び青色LEDが発光している期間に液晶シャッターを開動作すればC(シアン)を表示でき、

赤色、緑色及び青色LEDが発光している期間全てにおいて液晶シャッターを開動作させればW(ホワイト)を表示できる。

このようにFS方式においては、人間の視覚反応速度よりも速い速度で三色のLEDを順次発光させることにより、加色法の原理によりカラー表示を実現している。そしてFS方式を採用することにより、カラーフィルタが不要となり、鮮明なカラー表示を行うことができる。

ところで、近年の携帯電話等の携帯機器の普及に伴い、携帯機器に搭載できかつ高精細なカラー表示を行うことができる表示装置の実現が望まれている。ここで上述したように三色LEDを用いた液晶表示装置は、カラーフィルタが不要なため高輝度の表示が可能となる。

しかしながら、三色LEDを用いた液晶表示装置では、一般に各色LEDを構成する多数のLEDチップを設け、この多数のLEDチップに電圧を印加して各色LEDを発光させている。このため、多数のLEDチップで電力が消費される。

一方、携帯機器ではバッテリの容量に限界があるため、表示装置での消費電流は小さいほど良い。勿論、消費電流の低減は、携帯機器に限らず全ての電気機器で求められるものである。

またLEDには特性のばらつきがあるので、このばらつきを吸収して一様性のある表示を行うことが求められる。このばらつきを吸収するために従来、各LEDに対応した抵抗値を微調整する等の方法がとられているが、この作業に非常に煩雑な手間がかかる問題があった。

発明の開示

本発明の主たる目的は、消費電流を有効に低減することができるLED駆動装置及びLED駆動方法を提供することである。またさらに各LEDの特性のばらつきを吸収し得るLED駆動装置及びLED駆動方法を提供することで

ある。

この目的は、予め赤、緑、青の各色LEDについて所望の輝度が得られる最小の駆動電圧を測定すると共に、その各色LED毎の最小の駆動電圧を記憶手段に記憶しておき、各色LEDに対して記憶された値の駆動電圧を印加することにより達成される。

また上記目的は、各色LEDに対して色毎に最小の駆動電圧を印加した状態で、各色LEDを、各色LED毎にデューティー比の異なるPWM信号によりPWM制御することにより達成される。

10 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1に係るLED駆動装置の構成を示すブロック図；

図2は、各色LEDにおいて所望輝度を得るために必要な最小の電圧値を示す図；

15 図3は、実施の形態に係る駆動電圧設定装置の構成を示すブロック図；

図4は、駆動電圧設定装置による印加電圧及びデューティー比の設定処理の説明に供するフローチャート；

図5は、所望のホワイトバランスを得るためのデューティー比の設定処理の説明に供するフローチャート；

20 図6は、所望のホワイトバランスを得るためのデューティー比の設定処理の説明に供する色度空間図；

図7は、LED駆動装置の動作の説明に供する波形図；

図8は、実施の形態2のLED駆動装置の構成を示すブロック図；

及び

25 図9は、実施の形態2のLED駆動装置の動作の説明に供する波形図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の発明者は、R、G、Bの各色LEDをそれぞれ所望の輝度で発光させるために必要な印加電圧は、全てのLEDで同じではなく、各色のLED毎に異なることに着目して本発明に至った。

- 5 本発明の骨子は、予め赤、緑、青の各色LEDについて所望の輝度が得られる最小の駆動電圧を測定すると共に、その各色LED毎の駆動電圧を記憶手段に記憶しておき、各色LEDに対して記憶された値の駆動電圧を印加することである。

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

10 (実施の形態1)

- 図1において、10は全体として、本発明の実施の形態1に係るLED駆動装置を示す。LED駆動装置10は液晶表示装置に設けられており、液晶パネルの背面に配設されたR、G、B三色のLEDを駆動するようになっている。またこの実施の形態では、一例としてフィールドシーケンシャル方式の液晶表示装置に本発明のLED駆動装置を適用した場合について説明する。

- LED駆動装置10は、R(赤)用印加電圧格納レジスタ11、G(緑)用印加電圧格納レジスタ12及びB(青)用印加電圧格納レジスタ13を有する。これら各レジスタ11、12、13には、それぞれR、G、Bの各LEDに印加するための電圧値が記憶されている。各レジスタ11、12、13には、格納値設定用バス14が接続されており、LED駆動装置10の製品出荷時に格納値設定用バス14を介して各レジスタ11、12、13に各色LED用の印加電圧値がそれぞれ記憶されるようになされている。

- 各レジスタ11、12、13から出力された各色LED用の印加電圧値は、レジスタ選択回路15に入力される。レジスタ選択回路15には、赤色LED発光タイミング信号TR、緑色LED発光タイミング信号TG、青色LED発光タイミング信号TBが入力され、当該発光タイミング信号に基づいて、R、

G、B の印加電圧値のうちいずれか一つを選択して出力する。

例えば赤色LED発光タイミング信号TRが論理値「1」で緑色及び青色LED発光タイミング信号TG、TBが論理値「0」の場合には、R用印加電圧格納レジスタ11に格納された印加電圧値を選択出力する。この実施の形態の
5 場合には、フィールドシーケンシャル方式の表示を行うようになっているので、
例えはフィールド周波数を65Hzとすると、その3倍の195Hzの周波数
で各色LEDを順次発光させることになる。すなわち、レジスタ選択回路15
は、約5mSの間隔で順次、R用印加電圧格納レジスタ11、G用印加電圧格
納レジスタ12、B用印加電圧格納レジスタ13に記憶された電圧値を選択出
10 力する。

レジスタ選択回路15により選択された印加電圧値は、印加電圧形成部16
のデジタルアナログ(DA)変換回路17によってアナログ値に変換された
後、電圧可変回路18に送出される。電圧可変回路18は、電源電圧発生回路
19により発生された電圧をデジタルアナログ変換回路17から入力した
15 アナログ値に応じた電圧に変換した後、LEDユニット20に供給する。

このようにLED駆動装置10においては、各色LEDそれぞれに印加する
ための電圧値が記憶されたレジスタ11、12、13を有し、電源電圧発生回
路19で発生させた電圧をレジスタ11、12、13に記憶させた値に変換し
てからLEDに供給する。これにより、各色LEDに同じ値の電圧を印加する
20 場合と比較して、消費電力を低減することができる。

図2に、各色LEDにおいて所望の輝度を得るために必要な最小の印加電圧
値(以下これを最小発光電圧と呼ぶ)を示す。この図からも分かるように、緑
色LEDと青色LEDの最小発光電圧はほぼ同じであるが、赤色LEDの最小
発光電圧はそれらの最小発光電圧よりも低い。

25 LED駆動装置10の印加電圧格納レジスタ11、12、13には、各色LEDの最小発光電圧値が格納されている。そしてこの格納された最小発光電圧

値は、実際上、緑色LEDや青色LEDの値よりも、赤色LEDの値の方が低い値とされている。つまり、各色LEDに必要最小限の電圧を印加できるので、消費電流を低減させることができるようになる。

また図2を見れば分かるように、各色LEDそれぞれにおいても、最小発光電圧にはばらつきが生じる。例えば赤色LEDであれば1.75Vから2.45Vの間で、緑色及び青色LEDであれば2.9Vから3.9Vの間でばらつく。この最小発光電圧のばらつきは、LED製造に起因する製品個別のばらつきによるものである。

この実施の形態では、単純に赤色LEDへの印加電圧を、緑色及び青色LEDの印加電圧よりも小さくするだけでなく、製品個体間の最小発光電圧のばらつきを加味した印加電圧を各色用レジスタ11、12、13に記憶させるようになっている。これにより、消費電力を低減しつつ、各色LEDで所望の輝度を得ることができるようになされている。この各色レジスタ11、12、13への印加電圧値の格納は、格納値設定用バス14を介して行われるが、これについて後述する。

再び、図1に戻ってLED駆動装置10の構成を説明する。LED駆動装置10は、R用デューティー比格納レジスタ21、G用デューティー比格納レジスタ22及びB用デューティー比格納レジスタ23を有する。これら各レジスタ21、22、23には、それぞれR、G、Bの各色LEDをPWM制御するためのPWM信号のデューティー比データが記憶されている。各レジスタ21、22、23には、格納値設定用バス14が接続されており、LED駆動装置10の製品出荷時に格納値設定用バス14を介して各レジスタ21、22、23に各色LED用のデューティー比データがそれぞれ記憶されるようになされている。

各レジスタ21、22、23から出力された各色LED用のデューティー比データは、それぞれPWM波形形成回路24、25、26に送出される。各P

WM波形形成回路 24、25、26は、クロック信号CLKに同期してデューティーデータに応じたPWM波形を形成する。

PWM波形形成回路 24、25、26は、赤色LED発光タイミング信号TR、緑色LED発光タイミング信号TG、青色LED発光タイミング信号TB 5に基づいて、PWM波形をトランジスタ27、28、29のベースに出力する。各トランジスタ27、28、29のコレクタにはそれぞれ、R、G、Bの各LEDの出力端が接続されていると共に、エミッタが接地されている。

これにより、赤色LEDの発光期間には、赤色LED発光タイミング信号TRのみが論理値「1」となり、赤色LEDに対応するPWM波形形成回路24 10からのみPWM信号が出力されて、このPWM信号に応じた電流が赤色LEDに流れ、赤色LEDが発光する。同様に、緑色LEDの発光期間には、緑色LED発光タイミング信号TGのみが論理値「1」となり、緑色LEDに対応するPWM波形形成回路25 からのみPWM信号が出力されて、このPWM信号に応じた電流が緑色LEDに流れ、緑色LEDが発光する。青色LEDの発光 15期間には、青色LED発光タイミング信号TBのみが論理値「1」となり、青色LEDに対応するPWM波形形成回路26からのみPWM信号が出力されて、このPWM信号に応じた電流が青色LEDに流れ、青色LEDが発光する。

図3に、各色用印加電圧格納レジスタ11、12、13に格納する電圧値を設定する駆動電圧設定装置30の構成を示す。なお駆動電圧設定装置30は、印加電圧格納レジスタ11、12、13に格納する各色LED用の電圧値に加えて、デューティー比格納レジスタ21、22、23に格納する各色LED用のデューティー比データも求めることができる構成となっている。

駆動電圧設定装置30は、LCDパネルからの透過光の輝度及び色度を測定する輝度・色度計31を有する。因みに、LEDユニット20から発せられた光は、導光板(図示せず)及びLCDパネル40を介して輝度・色度計31に入射される。LCDパネル40は、各画素位置の液晶がLCD駆動回路(図示

せず)から所定タイミングで所定電圧が印加されることにより開閉駆動されて、
L E Dから発せられた光を通過又は遮光するようになっている。なおこのL E
Dユニット20、導光板、L C Dパネル40は、製品出荷時と同じに組み立て
られているものとする。

- 5 漚度・色度計31により得られた漚度及び色度のデータは、マイコン(マイ
クロコンピュータ)32に送出される。また駆動電圧設定装置30は、印加電
圧値設定部33及びデューティー比設定部34を有し、印加電圧値設定部33
で設定された電圧値がL E D駆動装置10のD A変換回路17に送出される
と共に、デューティー比設定部34で設定されたデューティー比データがP W
10 M波形形成回路24、25、26に送出される。この設定電圧値及び設定デュ
ーティー比はマイコン32により指定される。つまり、マイコンは設定された
電圧値及びデューティー比を認識している。

- マイコン32は、漚度及び色度が予め設定された所望値を満たしているか否
かを判断し、所望値を満たしたときにそのとき印加している電圧値及びデュ
15 ティー比を、格納値設定用バス14を介して印加電圧格納レジスタ11、12、
13及びデューティー比格納レジスタ21、22、23に書き込むようになっ
ている。すなわちマイコン32は、印加電圧格納レジスタ11、12、13及
びデューティー比格納レジスタ21、22、23への格納データ書込み手段と
しての機能を有する。

- 20 図4を用いて、駆動電圧設定装置30による各色用の印加電圧格納レジスタ
11、12、13への印加電圧値(最小発光電圧)の記録及びデューティー比
格納レジスタ21、22、23へのデューティー比データの記録処理について
詳細に説明する。

- 駆動電圧設定装置30は、ステップS T 10で処理を開始すると、続くステ
25 ップS T 11でデューティー比設定部34でのデューティー比を設定する。図
4の場合は、赤色L E Dへの印加電圧を設定する処理なので、赤色L E Dのオ

ンデューティー比を最大に設定し、緑色及び青色LEDのオンデューティー比を0に設定する。すなわちPWM波形形成回路24に最大のオンデューティー比が最大のデータを与え、PWM波形形成回路25、26にオンデューティー比が0のデータを与える。ステップST12では、マイコン32が目標輝度を
5 設定する。

ステップST13では、印加電圧値設定部33が最小の印加電圧値Vmin(例えれば1.5V)を設定し、電圧可変回路18が電源電圧発生回路19で発生された電圧をこの設定電圧に変換してLEDユニット20に印加する。このとき赤色用のPWM波形形成回路24からのみオンデューティー比の最大のPW
10 M信号が出力されているので、赤色LEDのみが発光可能な状態となっている。

ステップST14では、マイコン32において、輝度・色度計31により得られた測定輝度が目標輝度よりも大きいか否か判断し、目標輝度以下だった場合にはステップST15に移って、印加電圧値設定部33による設定印加電圧をk(例えば0.1V)だけ大きくし、再びステップST14での判断を行う。

15 ステップST14で肯定結果が得られると、このことは現在赤色LEDに所望輝度を得ることができる必要最小限の電圧が印加されていることを意味するので、ステップST16に移って、マイコン32がR用印加電圧格納レジスタ11に現在印加電圧値設定部33で設定されている電圧値を書き込む。このようにして、R用印加電圧格納レジスタ11に赤色LEDが所望の輝度を得る
20 ための最小発光電圧値が格納される。

続くステップST17では、マイコン32において測定輝度が目標輝度に一致するか否かが判断され、一致しない場合にはステップST18に移って、デューティー比設定部32で設定するオンデューティー比をrだけ小さくし、再びステップST17に戻る。

25 ステップST17で肯定結果が得られると、このことは現在デューティー比設定部34で設定されているデューティー比のPWM信号により赤色LED

を所望輝度で発光させることを意味するので、ステップ S T 19 に移って、マイコン 3 2 が R 用印加電圧格納レジスタ 1 1 に現在デューティー比設定部 3 4 で設定されている電圧値を書き込む。このようにして、R 用デューティー比格納レジスタ 1 1 に赤色 L E D が所望の輝度を得るためのデューティー比データが格納される。

ここでステップ S T 17 ~ S T 19 での処理は、換言すれば、ステップ S T 14 ~ S T 16 で目標の輝度を得ることが可能な最小の印加電圧を設定した後に、PWM 信号により詳細な輝度制御を行って目標輝度に近づけるためのデューティー比を設定していると言うことができる。駆動電圧設定装置 3 0 は、
10 続くステップ S T 20 で R 用印加電圧格納レジスタ 1 1 及び R 用デューティー比格納レジスタ 2 1 へのデータ書込み処理を終了する。

なおここでは R 用印加電圧格納レジスタ 1 1 及び R 用デューティー比格納レジスタ 2 1 へのデータ書込み処理を説明したが、G 用及び B 用印加電圧格納レジスタ 1 2 、 1 3 、 G 用及び B 用デューティー比格納レジスタ 2 2 、 2 3 へ
15 のデータ書込み処理も同様の手順により行う。

次に、図 5 を用いて、所望のホワイトバランスを得るための各色のデューティー比をレジスタ 2 1 、 2 2 、 2 3 に格納する手順について説明する。

駆動電圧設定装置 3 0 は、ステップ S T 3 0 でホワイトバランス調整処理を開始すると、続くステップ S T 3 1 において、印加電圧格納レジスタ 1 1 、 1 2 、 1 3 に記憶された印加電圧、デューティー格納レジスタ 2 1 、 2 2 、 2 3 に記憶されたオンデューティー比の PWM 信号で各色 L E D を順次発光させると共に、LCD 駆動回路（図示せず）により LCD パネル 4 0 を駆動する。
20

実際には、L E D 駆動装置 1 0 が印加電圧格納レジスタ 1 1 、 1 2 、 1 3 に記憶されている各色 L E D 用の電圧を順次 L E D ユニット 2 0 に印加し、これ
25 に同期するように、PWM 波形形成回路 2 4 、 2 5 、 2 6 によってデューティー比格納レジスタ 2 1 、 2 2 、 2 3 に記憶されているデューティー比に応じた

各色ＬＥＤ用のPWM信号を形成する。

つまり、ステップＳＴ31では実際のフィールドシーケンシャル方式のＬＥＤ駆動及びLCD駆動を行う。ここで印加電圧レジスタ11、12、13及びデューティー比格納レジスタ21、22、23に記憶されているデータは、図5 4のようにして設定されたデータであるとする。

ステップＳＴ32では、輝度・色度計31により表示色の色度を測定する。この測定色度を色度空間にプロットすると、図6のようになる。続いてマイコン32により、測定色度とホワイトバランスの目標値との差を算出し、その差に応じてデューティー比設定部34で設定するデューティー比を変えて、各色10用のPWM波形形成回路24、25、26に供給する。ここでマイコン32は、デューティー比格納レジスタ21、22、23に記憶されている各色用のデューティー比を読み出すことができるようになされ、読み出した各色用のデューティー比と、測定色度とホワイトバランスの目標値の差とから、次にデューティー比設定部34で設定する各色用のデューティー比を指定するようになつ15ている。これにより、各色用のデューティー比を目標のホワイトバランスが得られるような値とする。

具体的には、先ずステップＳＴ33において測定色度のY座標が図6に示す白色許容範囲内にあるか否か判断すると共に、ステップＳＴ34において測定色度のX座標が図6に示す白色許容範囲内にあるか否か判断する。ステップＳ20 T33又はステップＳＴ34のいずれかで否定結果が得られた場合には、ステップＳＴ35に移って、デューティー比設定部34によりデューティー比を変更する。

このデューティー比の変更は、ホワイトバランスの目標点に対して測定値がどの方向にどれだけずれているかを考慮して行う。この実施の形態の場合、マイコン32は、ずれ方向及びずれ量をR、G、Bの色度で比例配分することにより、次にLED駆動装置10に与える各色用のデューティー比を設定する。

例えば図6に示すように、測定値のY座標が目標点に対して大きい方向にずれており、かつ測定値のX座標が目標点に対して小さい方向にずれている場合を考える。ここでR、G、B各色LEDの色度空間上での分布範囲は、一般に図6のようになっているので、ホワイトバランスのY成分を小さくしつつX成分を大きくして目標点に近づけるために、例えば赤色用のオンデューティー比を大きくし、緑色用のオンデューティー比を小さくする。

このように比例配分による次のオンデューティー比の設定を行うようにしたことにより、少ない設定回数で目標のホワイトバランスが得られるような各色用のデューティー比を見つけることができるようになる。

10 駆動電圧測定装置30は、ステップST33及びステップST34で共に肯定結果が得られると、このことはホワイトバランスが白色許容範囲に入ったことを意味するので、ステップST36に移り、現在のデューティー比設定部34で設定している赤色用、緑色用、青色用のデューティー比を対応するデューティー比格納レジスタ21、22、23に格納し、続くステップST37で当
15 該ホワイトバランス調整処理を終了する。

このように駆動電圧設定装置30は、R、G、Bの各色LEDについて独立に所望の輝度を得ることができるようなデューティー比から始めて、実際の表示色のホワイトバランスを測定し、その測定結果に応じて各色用のデューティー比を変えながら所望のホワイトバランスを得ることができるようにデュ
20 ティー比を探索し、所望のホワイトバランスが得られたときの各色用のデューティー比を対応するデューティー比格納レジスタ21、22、23に記憶させるようになっている。

このように、駆動電圧設定装置30においては、各色用のデューティー比を変えることで、ホワイトバランスの調整を行うようにしているので、ホワイト
25 バランスを微妙かつ容易に調整することができるようになる。またホワイトバランスを調整するためのデューティー比を書換可能なレジスタ21、22、2

3に記憶させるようにしたことにより、各製品固有のデューティー比を実際の製品の色度を測定しながら書き込むことができるので、各製品毎にLEDや導光板、LCDパネルにばらつきがあった場合でも、各製品で所望のホワイトバランスを得ることができるようになる。

- 5 次に、図7を用いて、この実施の形態のLED駆動装置10の動作を説明する。LED駆動装置10は、先ず赤色LED発光期間LRにおいて、レジスタ選択回路15が印加電圧格納レジスタ11、12、13の出力のうちR用印加電圧格納レジスタ11の出力を選択し、電圧可変回路18においてR用印加電圧格納レジスタ出力に応じた2.2Vの電圧を形成し、図7(a)に示すようにこの2.2Vの電圧をLEDユニット20に供給する。

また赤色LED発光期間LR内の時点 t_2 において赤色LED発光タイミング信号TRが立ち上ると、PWM波形形成回路24からR用デューティー比格納レジスタ21に格納されたデューティー比のPWM信号がトランジスタ27に出力されることにより、赤色LEDが当該PWM信号に応じた輝度で発光する。やがて時点 t_3 になり、赤色LED発光タイミング信号TRが立ち下ると、PWM波形形成回路24からの出力が停止されると共に、レジスタ選択回路15がR用印加電圧格納レジスタ11の出力に換えてG用印加電圧格納レジスタ12の出力を選択出力する。

- これにより、LED駆動装置10は、緑色LED発光期間LGにおいて、電圧可変回路18によりG用印加電圧格納レジスタ12のデータに応じた3.3Vの電圧を形成し、この3.3Vの電圧をLEDユニット20に供給する。また緑色LED発光期間LG内の時点 t_4 において緑色LED発光タイミング信号TGが立ち上ると、PWM波形形成回路25からG用デューティー比格納レジスタ22に格納されたデューティー比のPWM信号がトランジスタ28に出力されることにより、緑色LEDが当該PWM信号に応じた輝度で発光する。やがて時点 t_5 になり、緑色LED発光タイミング信号TGが立ち下が

ると、PWM波形形成回路25からの出力が停止されると共に、レジスタ選択回路15がG用印加電圧格納レジスタ12の出力に換えてB用印加電圧格納レジスタ13の出力を選択出力する。

- これにより、LED駆動装置10は、青色LED発光期間LBにおいて、電圧可変回路18によりB用印加電圧格納レジスタ13のデータに応じた3.4Vの電圧を形成し、この3.4Vの電圧をLEDユニット20に供給する。また青色LED発光期間LB内の時点t6において青色LED発光タイミング信号TBが立ち上ると、PWM波形形成回路26からB用デューティー比格納レジスタ23に格納されたデューティー比のPWM信号がトランジスタ29に出力されることにより、青色LEDが当該PWM信号に応じた輝度で発光する。やがて時点t7になり、青色LED発光タイミング信号TBが立ち下ると、PWM波形形成回路26からの出力が停止されると共に、レジスタ選択回路15がB用印加電圧格納レジスタ13の出力に換えてR用印加電圧格納レジスタ11の出力を選択出力する。
- 以降同様に、赤色LED発光期間LR、緑色LED発光期間LG、青色LED発光期間LBが繰り返されることにより、フィールドシーケンシャル方式のカラー表示がなされる。

因みに、この実施の形態の場合、各色LED発光期間LR、LG、LBは5mS程度に選定され、各色用のPWM信号出力期間は2000μS程度に選定されている。またPWM信号波形は、50μSを単位周期としてこの単位周期内でのデューティー比がデューティー比格納レジスタ21～23に記憶されている。因みにこの実施の形態の場合には、各デューティー比格納レジスタ21～23に8ビット(=256通り)のデューティー比を記憶するようになっている。

かくして本実施の形態によれば、各色LEDの駆動電圧を印加電圧格納レジスタ11、12、13に記憶させ、各色LEDを独立の駆動電圧で駆動するよ

うにしたことにより、消費電流を低減し得るLED駆動装置10を実現できる。

- また印加電圧格納レジスタ11、12、13のデータを格納値設定用バス14を介して書換え可能としたことにより、実際に搭載されるLEDに個体差による最小発光電圧(すなわち、所望の輝度を得るために必要な最小の印加電圧)のばらつきがある場合でも、これに応じて印加電圧格納レジスタ11、12、13に記憶させる電圧を適宜変更することで、そのばらつきに対応することができるようになる。この結果、例えば製品完成後に、その製品に要求されている輝度を得かつ消費電流を抑制できるような各色LED独立の駆動電圧を容易に設定できるようになる。
- 10 さらに各色LEDをPWM制御すると共に、PWM制御のためのデューティー比を各色LED独立にデューティー比格納レジスタ21、22、23に記憶するようにしたことにより、各色LEDの輝度を各色独立のデューティー比を有するPWM信号により独立に制御できるようになるので、各色LEDの輝度調整を一段と微妙に行うことができるようになる。
- 15 さらに電圧可変回路18を設け、1つの電源電圧発生回路19で発生させた電圧を各色LEDの駆動電圧に変換するようにしたことにより、各色LEDの駆動電圧を発生させる電源電圧発生回路を複数設ける場合と比較して構成を簡単化できる。
- (実施の形態2)
- 20 図1との対応部分に同一符号を付して示す図8は、本発明の実施の形態2に係るLED駆動装置50の構成を示す。LED駆動装置50は、LEDユニット51内のLEDの接続の仕方を除いて、実施の形態1のLED駆動装置10と同様の構成である。
- この実施の形態では、赤、緑、青の各色LEDのうち赤色LEDを、互いに25 従続接続する。これにより、赤色LEDへの電源供給系統数が減るので、赤色LEDを発光させるのに必要な消費電流を低減させることができる。

つまり、この実施の形態では、赤色LEDを所望輝度で発光させるのに必要な駆動電圧が、緑色及び青色LEDを所望輝度で発光させるのに必要な駆動電圧のほぼ半分で済むことに着目した。

これにより、緑色及び青色LEDに印加する電圧とほぼ同等の電圧で従続接続した2つの赤色LEDを発光させることができると考えた。要するに、この実施の形態のように赤色LEDを従続接続すれば、電源電圧発生回路19で特別に大きな電圧を発生することなしに、有効に消費電流を低減させることができる。

図9に、この実施の形態のLED駆動装置50の動作を示す。上述した図7との違いは、従続接続した赤色LEDを所望輝度で発光させるために、図9(a)に示すように、赤色LED発光期間LRでLEDユニット20に供給する電圧が、2.2Vから4.4Vに換わっているのみである。この4.4Vという電圧は、通常の携帯型電子機器でのバッテリ電圧の範囲内の電圧である。

かくして本実施の形態の構成によれば、赤、緑、青の各色LEDのうち赤色LEDを互いに従続接続したことにより、実施の形態1での効果に加えて、一段と消費電流を低減し得るLED駆動装置50を実現できる。

(他の実施の形態)

なお上述した実施の形態では、図及び説明を簡単化するために、LEDユニット20、51を、それぞれ2個の赤色LED、青色LEDと、1個の緑色LEDにより構成したが、勿論各色LEDの数はこれに限らない。

またLEDユニット20、51の数はいくつでもよく、各LEDユニットそれぞれについて、各色LEDの駆動電圧、デューティー比を独立に設定して、メモリに記憶しておくようにしてもよい。

さらには同色のLEDについても独立に可変電圧を印加し、同色のLEDについても独立に輝度を検出し、同色のLEDについてもそれが所望値以上の輝度が検出されたときの最小印加電圧値を独立に駆動電圧値として設定し、

これを印加電圧格納レジスタ 11～13 に格納しておき、その電圧値により各 LED を駆動するようにしてもよい。このようにすれば、同色の LED 間で所望の輝度を得るために必要な駆動電圧にはらつきがあった場合でも、そのはらつきに応じた最小駆動電圧で同色の LED それぞれを駆動できるため、一段と 5 消費電流を低減できる。

同様に、同色の LED についてもそれぞれデューティー比の異なる PWM 信号により制御し、同色の LED についてもそれが所望の輝度が検出されたときのデューティー比を独立にデューティー比格納レジスタ 21～23 に格納しておき、このデューティー比により各 LED を PWM 制御するようにして 10 もよい。このようにすれば、同色の LED 間で所望の輝度を得るために必要なデューティー比にはらつきがあった場合でも、そのはらつきに応じたデューティー比で各 LED を PWM 制御できるため、一段と微細な輝度調整ができるようになる。

さらには、複数の白色 LED とカラーフィルタとを組み合わせてカラー表示 15 を行うようになされた液晶表示装置の各白色 LED を駆動する場合にも適用できる。すなわち各白色 LED それぞれに対応した複数のメモリを設け、その特性のはらつきに応じた最小発光電圧やデューティー比を記憶させるようすれば、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

さらに本発明においては、LED の配置に応じて印加電圧格納レジスタ 11 20 ～13 及び又はデューティー比格納レジスタ 21～23 に格納する値を設定するようにしてもよい。このようにすれば、LED の配置位置に応じた輝度調整を容易に行うことができるようになる。例えば複数個の白色 LED をバックライトとして用いたカラーフィルタ方式の液晶表示装置において、画面周縁部付近の輝度を画面中央付近の輝度よりも高くしたい要求があった場合には、画面 25 周縁部に対応する白色 LED の印加電圧値やオンデューティー比を画面中央部に対応する白色 LED の印加電圧やオンデューティー比よりも大きくす

れば、ＬＥＤの配置位置に応じた輝度調整を容易に行うことができるようになる。

また上述した実施の形態では、本発明のＬＥＤ駆動装置をフィールドシーケンシャル方式の液晶表示装置に適用する場合について述べたが、本発明のＬＥD駆動装置はこれに限らず、Ｒ、Ｇ、Ｂ三色のＬＥＤを用いてカラー表示を行う表示装置に広く適用できる。

本発明は、上述した実施の形態に限定されずに、種々変更して実施することができる。

本発明のＬＥＤ駆動装置の一つの態様は、電源電圧発生手段と、表示装置に搭載された赤、緑、青の各色ＬＥＤそれぞれについての独立の印加電圧値が格納された印加電圧記憶手段と、電源電圧発生手段により発生された電圧を、印加電圧記憶手段に記憶された印加電圧値に変換して各色ＬＥＤに印加する印加電圧形成手段とを具備する構成を探る。

この構成によれば、各色ＬＥＤには、印加電圧記憶手段に記憶された電圧値に基づいて、同色では同一で色が異なれば異なる駆動電圧が印加されるようになるので、各色ＬＥＤに同じ駆動電圧を印加する場合と比較して消費電流を低減できるようになる。

本発明のＬＥＤ駆動装置の一つの態様は、上記印加電圧記憶手段が書き込み可能なメモリでなると共に、当該メモリには記憶する印加電圧値を入力するための信号線が接続されている構成を探る。

この構成によれば、印加電圧記憶手段に記憶する各色ＬＥＤ独立の印加電圧値をいつでも変更できるようになるので、実際に搭載されるＬＥＤに個体差による最小発光電圧(すなわち、所望の輝度を得るために必要な最小の印加電圧) のばらつきがある場合でも、それに応じて印加電圧記憶手段に記憶させる電圧を適宜変更することで、そのばらつきに対応することができるようになる。この結果、例えば製品完成後に、その製品に要求されている輝度を得かつ消費電

流を抑制できるような各色ＬＥＤ独立の駆動電圧を容易に設定できるようになる。

本発明のＬＥＤ駆動装置の一つの態様は、印加電圧記憶手段には、同色のＬＥＤについても独立の印加電圧値が格納されている構成を探る。

- 5 この構成によれば、同色のＬＥＤ間で所望の輝度を得るために必要な駆動電圧にばらつきがあった場合でも、そのばらつきに応じた最小駆動電圧でＬＥＤを駆動できるようになるため、一段と消費電流を低減できる。

本発明のＬＥＤ駆動装置の一つの態様は、書き込み可能なメモリになり、各色ＬＥＤそれぞれについての発光期間中の輝度を微調整するＰＷＭ信号のデューティー比が各色ＬＥＤ独立に格納されたデューティー比記憶手段と、デューティー比記憶手段に格納されたデューティー比に基づくＰＷＭ信号を各色ＬＥＤ独立に形成し、各色ＬＥＤを独立にＰＷＭ制御するＰＷＭ制御手段と、デューティー比記憶手段にデューティー比を入力させるためにデューティー比記憶手段に接続された信号線とを具備する構成を探る。

- 15 この構成によれば、各色ＬＥＤの輝度を各色独立のデューティー比を有するＰＷＭ信号により独立に制御できるようになるので、各色ＬＥＤの輝度調整を一段と微妙に行うことができるようになる。またデューティー比記憶手段に記憶する各色独立のデューティー比をいつでも変更できるので、実際に搭載されるＬＥＤの輝度にばらつきがあつたり、導光板や液晶パネルにばらつきがあつた場合でも、これに応じて信号線を介して所望の表示輝度を得ることができるようなデューティー比をデューティー比記憶手段に適宜書き込むことができるようにになる。さらには各色ＬＥＤ独立にデューティー比を変えることができるので、ホワイトバランスの調整も容易に行うことができるようになる。

本発明のＬＥＤ駆動装置の一つの態様は、印加電圧記憶手段には、各色ＬＥＤを所望輝度以上の輝度で発光させることが可能な各色ＬＥＤ毎の印加電圧値が記憶されていると共に、デューティー比記憶手段には、各色ＬＥＤの発光

輝度を前記所望輝度に近づけるためのデューティー比が記憶されている構成を探る。

この構成によれば、消費電流を低減しつつ、各色LEDでの輝度を所望の値とすることができますようになる。

- 5 本発明のLED駆動装置の一つの態様は、デューティー比記憶手段には、同色のLEDについても独立のデューティー比が格納されている構成を探る。

この構成によれば、同色のLED間で所望の輝度を得るために必要なデューティー比にはらつきがあった場合でも、そのはらつきに応じたデューティー比が各LED毎に記憶されているため、一段と微細な輝度表示を行うことができるようになる。

本発明のLED駆動装置の一つの態様は、赤、緑、青の各色LEDのうち赤色LEDは、互いに従続接続されている構成を探る。

この構成によれば、最小発光電圧の低い赤色LEDの駆動電圧を効率良く発生できるので、赤色LEDを発光させるのに必要な消費電流を低減させることができます。ここで本発明の発明者は、赤色LEDを所望輝度で発光させるのに必要な駆動電圧が、緑色及び青色LEDを所望輝度で発光させるのに必要な駆動電圧のほぼ半分で済むことに着目し、緑色及び青色LEDに印加する電圧とほぼ同等の電圧で従続接続した2つの赤色LEDを発光させることができると考えた。つまり、上記構成によれば、電源電圧発生手段で余分な電圧を発生することなしに、消費電流を低減させる。

本発明のLED駆動装置の一つの態様は、電源電圧発生手段は、単一の電圧値を発生し、印加電圧形成手段は、印加電圧記憶手段に記憶された電圧値をデジタルアナログ変換するD/Aコンバータと、電源電圧発生手段により発生された単一の電圧をD/Aコンバータにより変換されたアナログ値の大きさ25 の電圧に変換する電圧可変手段とを具備する構成を探る。

この構成によれば、各色LEDに印加電圧記憶手段に記憶された各色LED

独立の印加電圧を、各色ＬＥＤ共通の電源電圧発生手段により発生された電圧から形成できるので、各色ＬＥＤに対応する電源電圧発生手段を設ける場合と比較して構成を簡単化できる。

- 本発明の駆動電圧設定装置の一つの態様は、赤、緑、青の各色ＬＥＤそれぞれに可変電圧を印加する電圧印加手段と、電圧印加手段により電圧を印加したときの各色ＬＥＤの輝度を検出する検出手段と、検出手段により各色ＬＥＤそれぞれで所望値以上の輝度が検出されたときの各色ＬＥＤそれぞれへの最小印加電圧値を各色ＬＥＤの駆動電圧値としてメモリに書き込むデータ書き込み手段とを具備する構成を探る。
- この構成によれば、各色ＬＥＤを所望値以上の輝度で発光させることができるような、各色ＬＥＤへの最小の駆動電圧を各色独立に設定できるようになる。

- 本発明のＬＥＤ駆動方法の一つの態様は、予め赤、緑、青の各色ＬＥＤについて所望の輝度が得られる最小の駆動電圧を測定すると共に、その各色ＬＥＤ毎の駆動電圧を印加電圧記憶手段に記憶しておき、各色ＬＥＤに対して前記記憶された値の電圧を印加するようにする。

この方法によれば、各色ＬＥＤには、印加電圧記憶手段に記憶された電圧値に基づいて、独立の駆動電圧が印加されるようになるので、各色ＬＥＤに同じ駆動電圧を印加する場合と比較して消費電流を低減できるようになる。

- 本発明のＬＥＤ駆動方法の一つの態様は、各色ＬＥＤそれぞれに前記最小の駆動電圧を印加した状態で、各色ＬＥＤを、各色ＬＥＤ毎にデューティー比の異なるＰＷＭ信号によりＰＷＭ制御するようにする。

この方法によれば、各色ＬＥＤの輝度調整を微妙に行うことができるようになる。

- 以上説明したように本発明によれば、赤、緑、青の三色のＬＥＤを駆動させてカラー表示を行う場合に、消費電流を有効に低減することのできるようになる。また各ＬＥＤの特性のばらつきを吸収して一様性のある表示を行うことが

できるようになる。

本明細書は、2003年4月1日出願の特願2003-98486、特願2003-98487及び特願2003-98489に基づく。その内容はすべてここに含めておく。

5

産業上の利用可能性

本発明は、例えば液晶表示装置に適用して好適なものである。

請求の範囲

1. 電源電圧発生手段と、

表示装置に搭載された赤、緑、青の各色LEDそれぞれについての独立の印加電圧値が格納された印加電圧記憶手段と、

- 5 前記電源電圧発生手段により発生された電圧を、前記印加電圧記憶手段に記憶された印加電圧値に変換して各色LEDに印加する印加電圧形成手段とを具備するLED駆動装置。

2. 前記印加電圧記憶手段は書き込み可能なメモリでなると共に、当該メモリには記憶する印加電圧値を入力するための信号線が接続されている、

- 10 請求項1に記載のLED駆動装置。

3. 前記印加電圧記憶手段には、同色のLEDについても独立の印加電圧値が格納されている、請求項1に記載のLED駆動装置。

4. 書込み可能なメモリでなり、各色LEDそれぞれについての発光期間中の輝度を微調整するPWM信号のデューティー比が各色LED独立に格納されたデューティー比記憶手段と、

前記デューティー比記憶手段に格納されたデューティー比に基づくPWM信号を各色LED独立に形成し、各色LEDを独立にPWM制御するPWM制御手段と、

- 前記デューティー比記憶手段に前記デューティー比を入力させるために前記デューティー比記憶手段に接続された信号線とを具備する請求項1に記載のLED駆動装置。

5. 前記印加電圧記憶手段には、各色LEDを所望輝度以上の輝度で発光させることが可能な各色LED毎の印加電圧値が記憶されていると共に、前記デューティー比記憶手段には、各色LEDの発光輝度を前記所望輝度に近づけるためのデューティー比が記憶されている、請求項4に記載のLED駆動装置。

6. 前記デューティー比記憶手段には、同色のLEDについても独立のデューティー比が格納されている、請求項4に記載のLED駆動装置。
7. 赤、緑、青の各色LEDのうち赤色LEDは、互いに従続接続されている、請求項1に記載のLED駆動装置。
- 5 8. 前記電源電圧発生手段は、単一の電圧値を発生し、
前記印加電圧形成手段は、前記印加電圧記憶手段に記憶された電圧値をデジタルアナログ変換するD/Aコンバータと、前記電源電圧発生手段により発生された単一の電圧を前記D/Aコンバータにより変換されたアナログ値の大きさの電圧に変換する電圧可変手段とを具備する
- 10 請求項1に記載のLED駆動装置。
9. 請求項1に記載のLED駆動装置の駆動電圧を設定する駆動電圧設定装置であつて、
前記赤、緑、青の各色LEDそれぞれに可変電圧を印加する電圧印加手段と、
前記電圧印加手段により電圧を印加したときの各色LEDの輝度を検出する検出手段と、
前記検出手段により各色LEDそれぞれで所望値以上の輝度が検出されたときの各色LEDそれぞれへの最小印加電圧値を各色LEDの印加電圧値として前記印加電圧記憶手段に書き込むデータ書き込み手段と
を具備する駆動電圧設定装置。
- 15 20 10. さらに、赤、緑、青の各色LEDそれぞれをデューティー比の異なるPWM信号により制御するPWM制御手段を具備し、
前記データ書き込み手段は、前記検出手段により各色LEDそれぞれで所望の輝度が検出されたときの各色LEDそれについてのデューティー比をメモリに書き込む
- 25 請求項9に記載の駆動電圧設定装置。
11. 前記電圧印加手段は、同色のLEDについても独立に可変電

圧を印加し、前記検出手段は、同色のLEDについても独立に輝度を検出し、前記データ書き込み手段は、同色のLEDについてもそれが所望値以上の輝度が検出されたときの最小印加電圧値を独立に前記印加電圧値として前記印加電圧記憶手段に書き込む

5 請求項9に記載の駆動電圧設定装置。

12 前記PWM制御手段は、同色のLEDについてもそれぞれデューティー比の異なるPWM信号により制御し、

前記データ書き込み手段は、同色のLEDについてもそれが所望の輝度が検出されたときのデューティー比を独立にメモリに書き込む

10 請求項10に記載の駆動電圧設定装置。

13 予め赤、緑、青の各色LEDについて所望の輝度が得られる最小の駆動電圧を測定すると共に、その各色LED毎の駆動電圧を印加電圧記憶手段に記憶しておき、各色LEDに対して前記記憶された値の電圧を印加する、LED駆動方法。

15 14 各色LEDそれぞれに前記最小の駆動電圧を印加した状態で、各色LEDを、各色LED毎にデューティー比の異なるPWM信号によりPWM制御する、請求項13に記載のLED駆動方法。

15 請求項1に記載のLED駆動装置の駆動電圧を設定する駆動電圧設定方法であって、

20 前記赤、緑、青の各色LEDそれぞれに可変電圧を印加する可変電圧印加ステップと、

可変電圧を印加したときの各色LEDの輝度を検出する輝度検出ステップと、

所望値以上の輝度が検出されたときの各色LEDそれぞれへの最小印加電

25 圧値を各色LEDの印加電圧値として前記印加電圧記憶手段に書き込むデータ書き込みステップと

を含む駆動電圧設定方法。

- 16 所定値以上のオンデューティー比の PWM 信号で PWM 制御しながら前記可変電圧印加ステップ、輝度検出ステップ、データ書き込みステップを行って各色 LED の印加電圧値を前記印加電圧記憶手段に書き込んだ後、
5 PWM 信号のオンデューティー比を順次下げていって各色 LED の輝度を微細に調整し、所望輝度が得られたときの PWM 信号のオンデューティー比をメモリに記憶する、請求項 15 に記載の駆動電圧設定方法。

要 約 書

各色 L E D の駆動電圧を印加電圧格納レジスタ 11、12、13 に記憶させ、各色 L E D を独立の駆動電圧で駆動することで、消費電流が低減される。また印加電圧格納レジスタ 11、12、13 のデータを格納値設定用バス 14 を介して書換え可能とし、実際に搭載される L E D に個体差による最小発光電圧のばらつきがある場合に、これに応じて印加電圧格納レジスタ 11、12、13 に記憶させる電圧を適宜変更できるようにする。

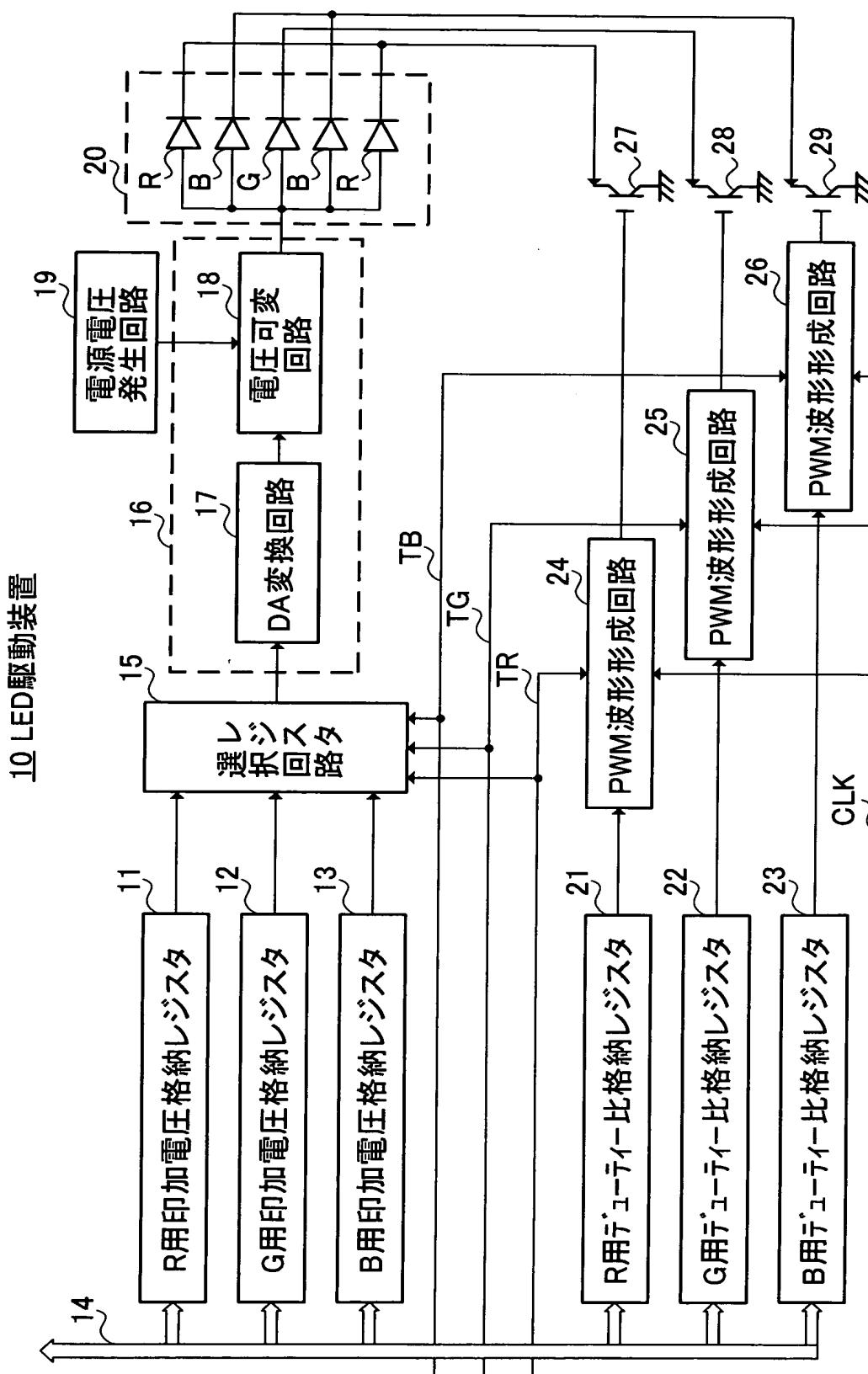


図1

	最小値	標準値	最大値
赤色LED	1.75	2.2	2.45
緑色LED	2.9	3.3	3.9
青色LED	2.9	3.4	3.9

単位 V

図2

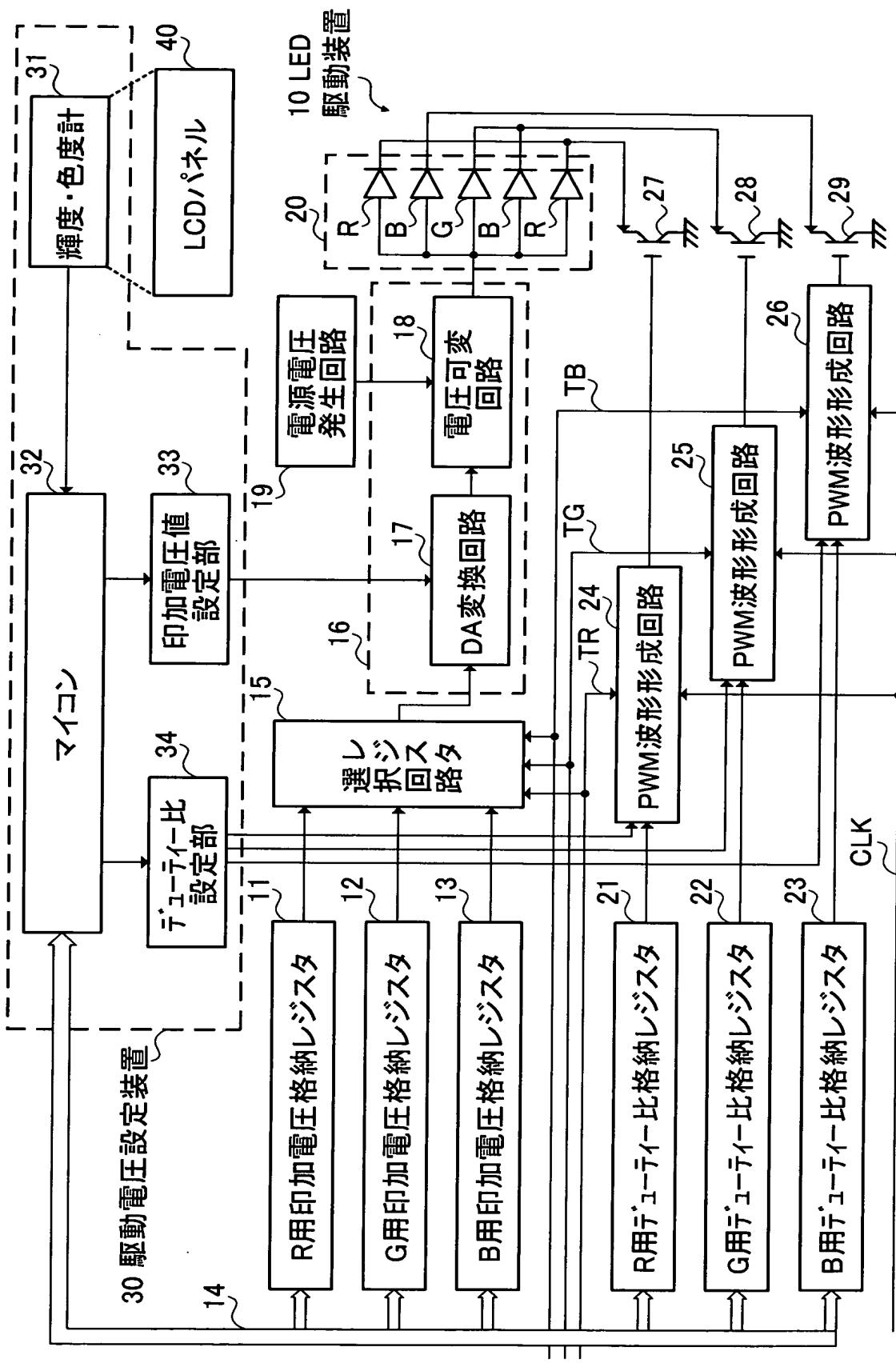


図3

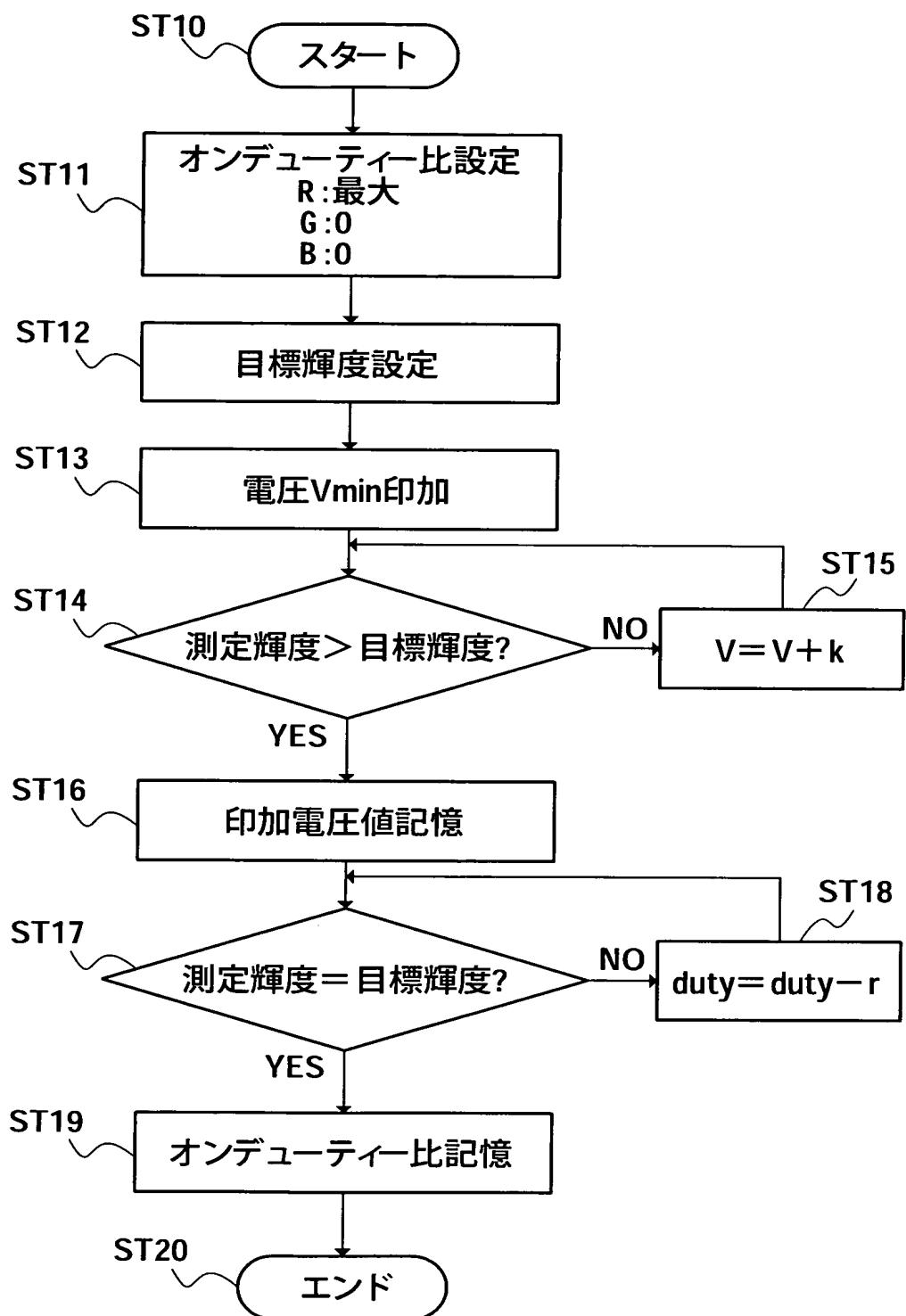


図4

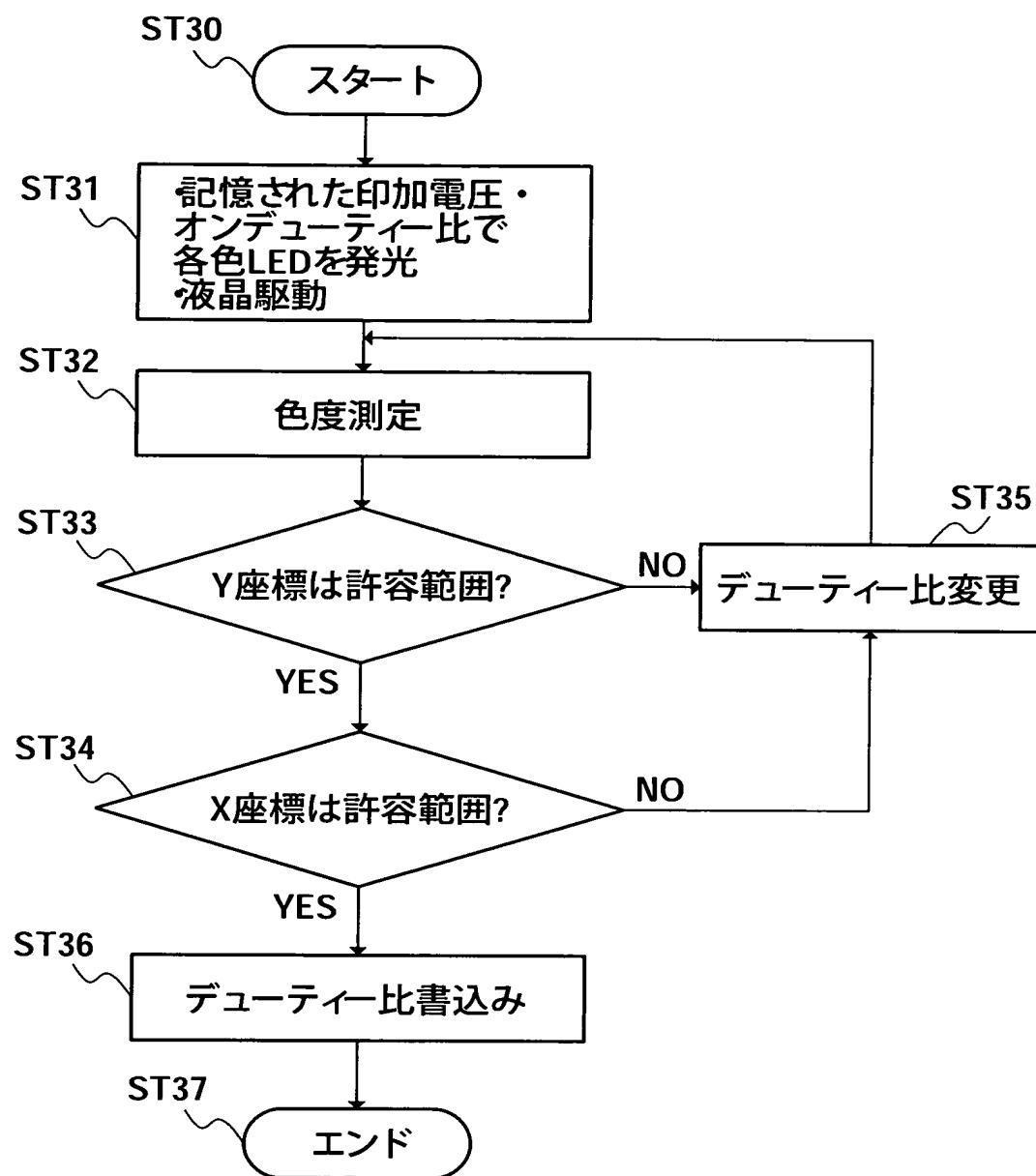


図5

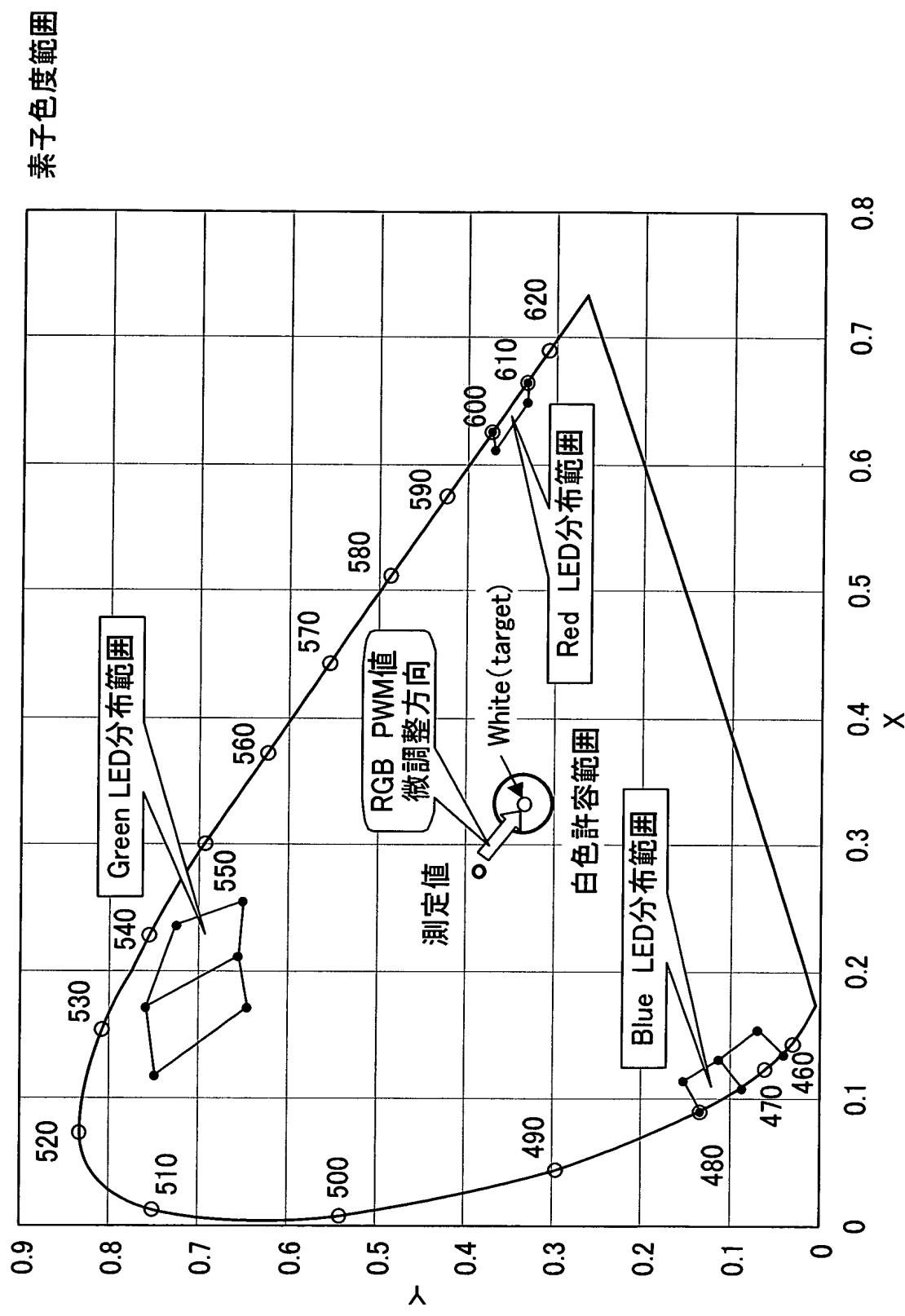
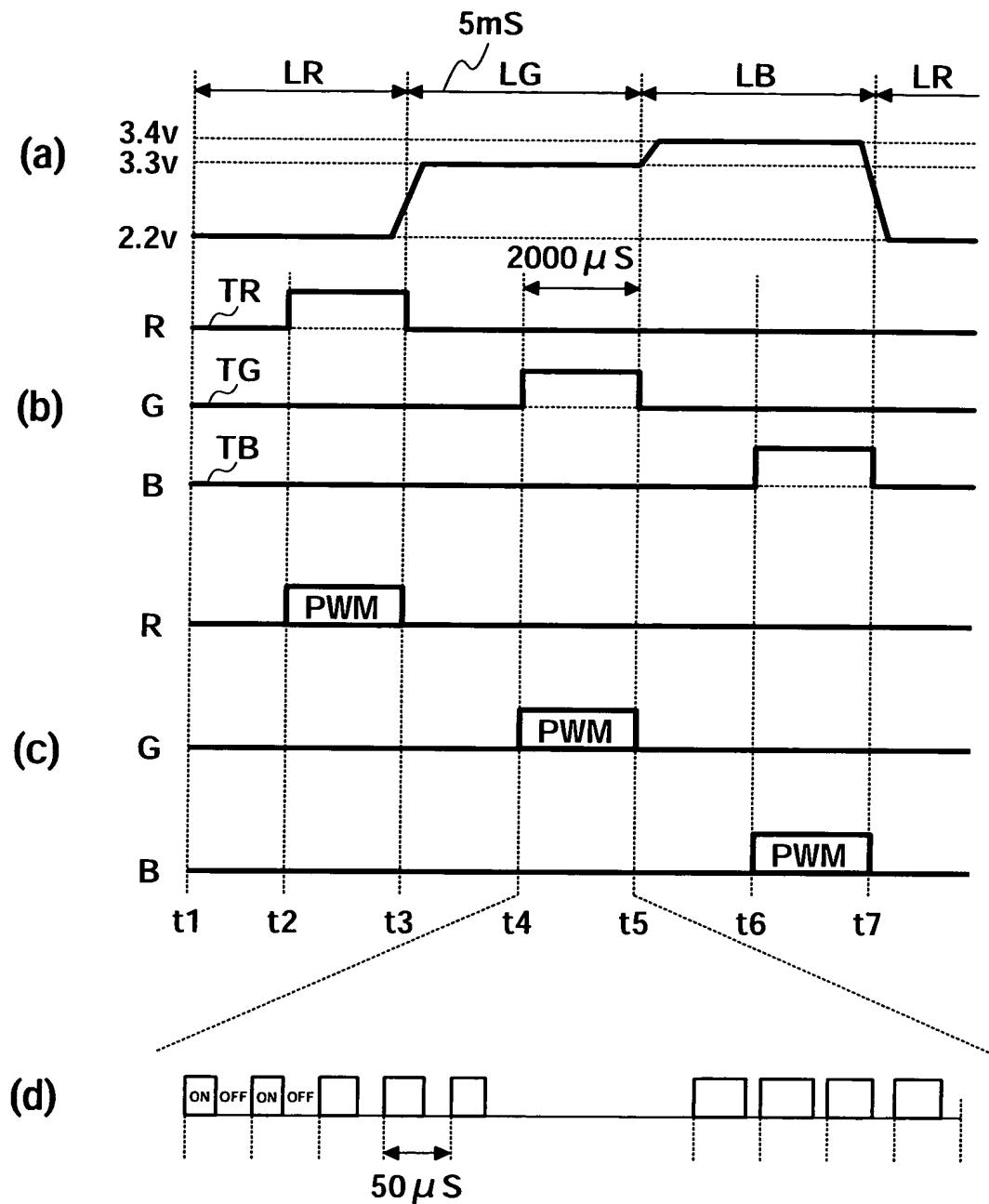


図6



50 LED駆動装置

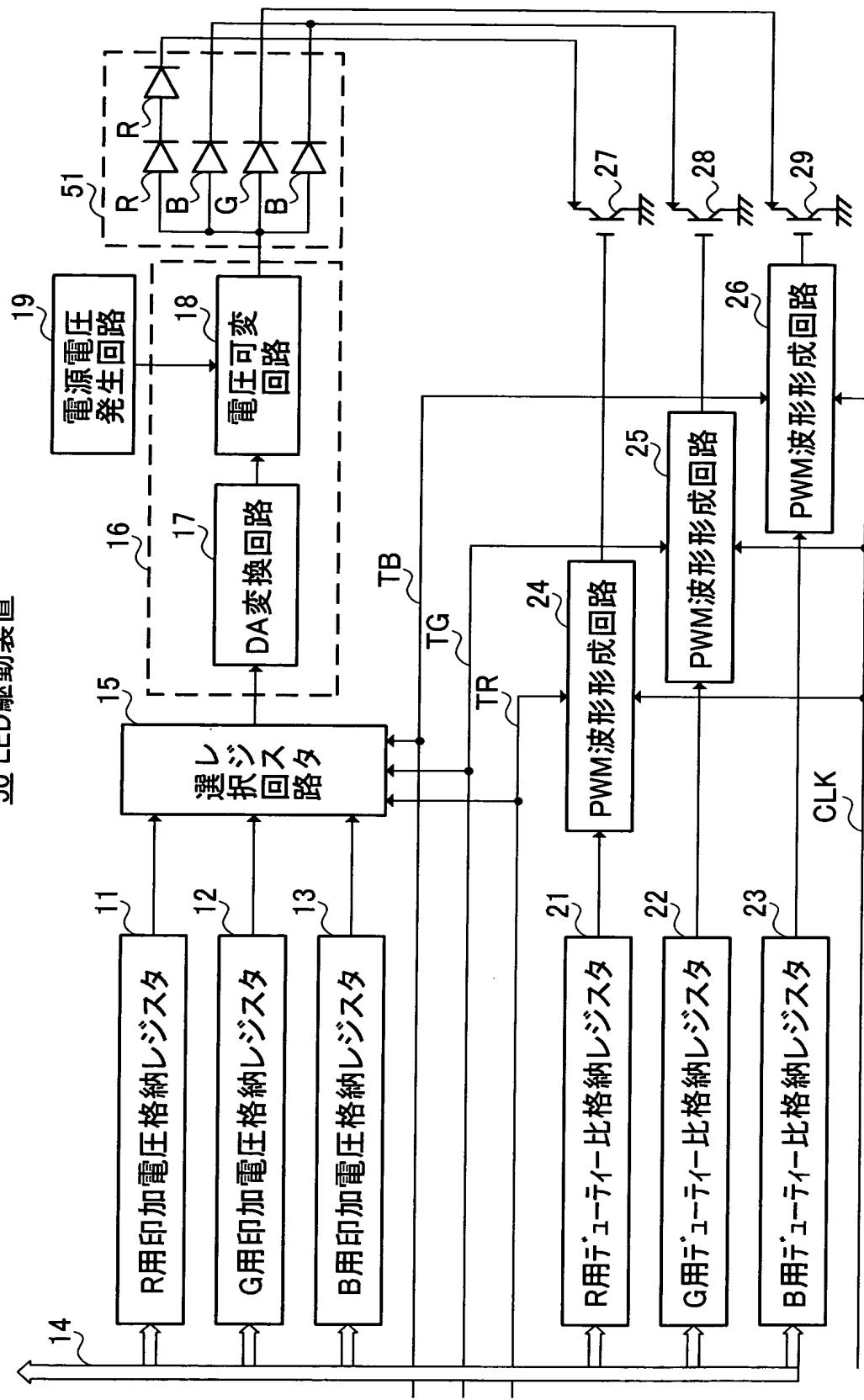


図8

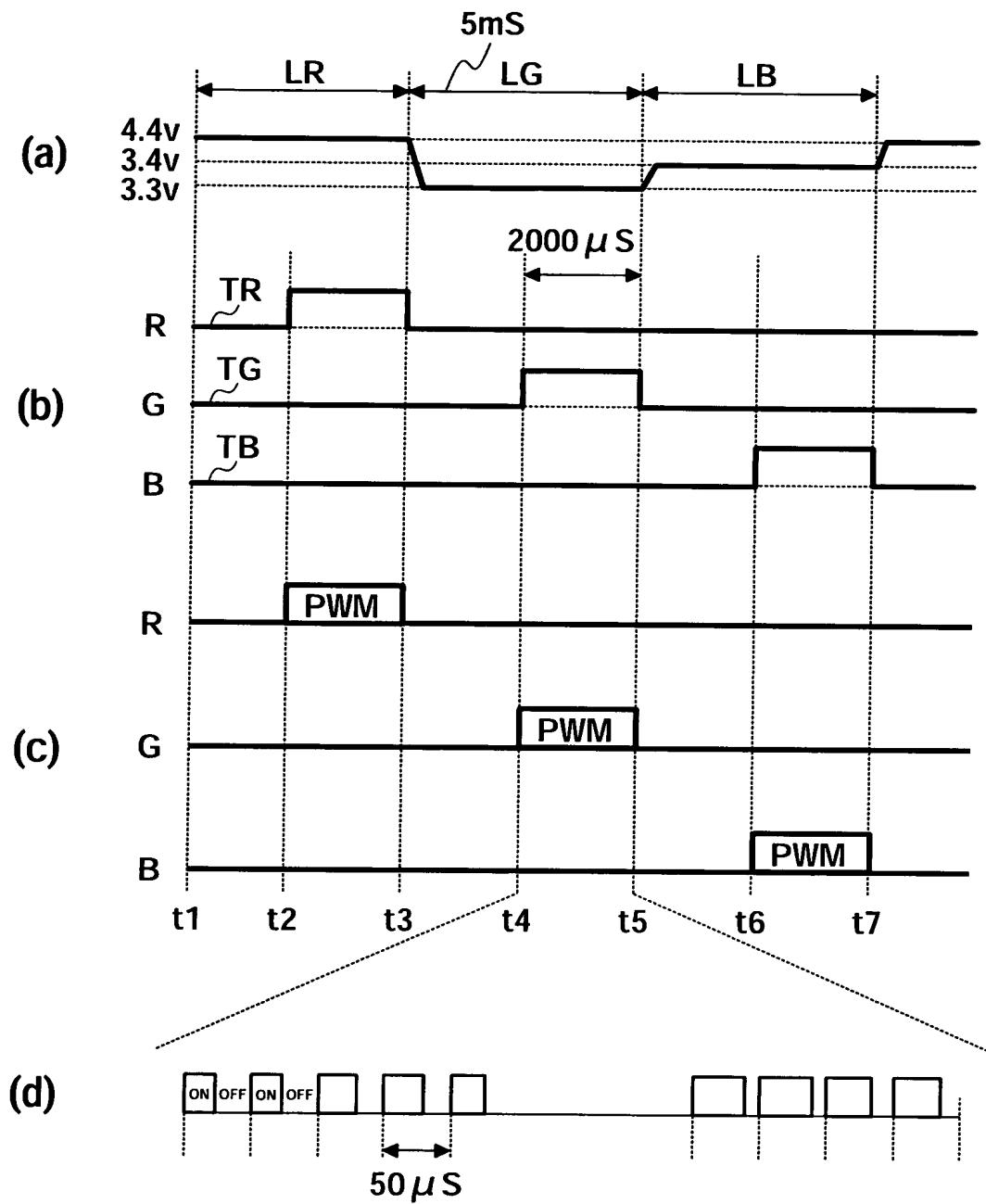


図9